Gerlach. L

Ueber die Bewegungen in den Atlasgelenken und ihren Beziehungen zu der Blutströmung in der Vertebralarterein.

Beitr. z. Morphol. und Morpho-Genie, 1883



weiter in ihrer Entwicklung fortgeschritten vor, als in dem ersten Falle. Die Zahl der Drüsenacini war im Ganzen grösser, jedoch waren sie sämmtlich noch solide, und die Aushöhlung des Ausführungsganges schien kaum weiter gegangen zu sein, als bei dem ersten Fötus.

Die mitgetheilten Ergebnisse meiner Untersuchung, welche ich in dem histologischen Laboratorium des Herrn Prof. L. Gerlach ausgeführt habe, und wofür ich ihm sowie für seine Rathschläge bei Bearbeitung dieses Themas meinen Dank ausspreche, dürften ausser dem Entwicklungsmodus der Bartholini'schen Drüse auch die Zeit annähernd feststellen, in welcher dieselbe auftritt.

Die bei dem ersten Fötus vorliegenden Formverhältnisse der Drüse sprechen mit Bestimmtheit dafür, dass nicht sehr lange Zeit vorher die Ausstülpung des Epithels des Sinus urogenitalis begonnen hat, welche in ihrem weiteren Fortschreiten zu der geschilderten Entwicklungsphase führte.

Es würde sonach die Bartholini'sche Drüse zu einer Zeit sich anlegen, in welcher die Periode der geschlechtlichen Indifferenz zu Ende geht.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX.

Fig. 1. Horizontaldurchschnitt durch die untere Beckenhälfte eines (weiblichen) Fötus vom Anfange des 4. Monats in der Höhe der Bartholini'schen Drüsen. Vergrösserung $\frac{6}{1}$. Seibert, Object. Nro. 0, Ocul. II.

cl = Clitoris schräg durchschnitten mit ihren Corpora cavernosa.
Su = Sinus urogenitalis.
C. c. v = Corpus cavernosum vestibuli.
B = Bartholini'sche Drüse.
Lm = Labia majora.
Md = Mastdarm.
S_1 = Aufsteigender Schambeinast.
S_2 = Absteigender Schambeinast.
O = Oberes Ende des Femur.

Fig. 2. Einige Acini der rechten Bartholini'schen Drüse des Fötus. g = Gefässe des intraacinösen Bindegewebes. Hartnack, Syst. VIII, Oc. III.

Fig. 3. Der Ausführungsgang der rechten Drüse, bis A im Querschnitte, bis B im Schrägschnitte getroffen. g = Gefässe. Hartnack, Syst. VIII, Oc. III.

Fig. 4. Die linke Drüse mit einem Theile ihres Ausführungsganges. l = Lumen desselben; a = die noch soliden Acini. Hartnack, Syst. VII, Oc. III.



Ueber die Bewegungen in den Atlasgelenken und deren Beziehungen zu der Blutströmung in den Vertebralarterien.

Von **L. Gerlach.**

(Hiezu Tafel X.)

Die Formation der Gelenkflächen lässt bei den zwei obersten Halswirbeln eine viel freiere und ausgedehntere Beweglichkeit zu, als bei den unteren. Kann ja doch in dem Gelenke zwischen Atlas und Epistropheus ein ziemlich hoher Grad von Rotation des den Schädel tragenden Atlas um eine in der Mitte des Zahnfortsatzes verlaufende vertikale Axe ausgeführt werden, und ebenso gestattet die Articulatio atlanto-occipitalis die Beugung des Kopfes nach vorn und hinten in relativ ergiebiger Weise.

Die beiden genannten Bewegungen, durch welche wir mit dem Kopfe pantomimisch Bejahung und Verneinung auszudrücken pflegen, ich meine das Nicken und Schütteln des Kopfes, gehen jedoch keineswegs in so einfacher Weise vor sich, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte. Es stehen vielmehr die Bewegungen in dem oberen und unteren Atlasgelenke in so enger Wechselbeziehung zu einander, dass die Bewegung in dem einen entweder eine solche in dem anderen nach sich zieht, oder zum Mindesten auf letztere einen, sei es beschränkenden, sei es fördernden Einfluss ausübt. Dies in mustergültiger Weise veranschaulicht zu haben, ist das Verdienst W. Henke's, der in seinem Handbuche der Anatomie und Mechanik der Gelenke diesem Zweige der menschlichen Anatomie eine gründliche und einheitliche Bearbeitung hat zu Theil werden lassen.

Vor einigen Jahren wurde ich bei Gelegenheit der Secirübungen auf eine Eigenthümlichkeit aufmerksam, welche manchmal das Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus darbietet. Dieselbe besteht darin, dass der Atlas auf dem Epistropheus nicht in der Mittelstellung, bei der eine sein Tuberculum anterius und posterius verbindende Linie sagittal verläuft, verbleibt, sondern, sobald er sich selbst überlassen ist, rasch nach links oder rechts rotirt.

Diese Schnellbewegungen haben, wie ich gezeigt habe [1], ihren Grund darin, dass das Lig. transversum Atlantis in der Mittelstellung, bei welcher der Atlas am höchsten

[1] L. Gerlach: Ueber Schnellbewegungen in dem Gelenke zwischen Atlas und Epistropheus. Sitzungsber. der physik.-med. Societät zu Erlangen. 11. Heft. 1879, pag. 211.

steht, aus seiner Rinne an der hinteren Peripherie des Zahnfortsatzes etwas nach oben verschoben und dadurch angespannt wird. Es hat dann vermöge seiner Elasticität das Bestreben, sich zu entspannen, und kann dies nur, wenn es wieder nach unten in den tieferen Theil der Rinne zurückgleitet, wobei der Atlas, wenn er nicht festgehalten wird, sich nach rechts oder links drehen muss. Es handelt sich demnach in diesen Fällen um eine Art von Federgelenk. Ein solches fehlt, wenn die Rinne für das Lig. transversum sehr flach ist, und somit bei der Rotation des Atlas von der Seite bis zur Mittelstellung keine sonderliche Anspannung des Bandes eintritt.

Durch jenen Befund zu weiteren Studien über die Bewegungen in den Atlasgelenken angeregt, habe ich während der letzten Jahre eine grössere Anzahl von Glycerinpräparaten dieser Gelenke nach dem von mir modificirten[1] van Vetter'schen Verfahren angefertigt. An solchen lassen sich die bei den einzelnen Bewegungen eintretenden Verschiebungen der Gelenkflächen auf einander ebenso gut verfolgen, wie am frischen Objecte, wesshalb sie einen grossen Vortheil gegenüber den in Spiritus conservirten Gelenkpräparaten gewähren.

Die von mir angestellten Beobachtungen haben bezüglich der Bewegungsformen, welche in den genannten Gelenken möglich sind, zum grössten Theile die hierüber von Henle und Henke gemachten Angaben bestätigt; nur in wenigen Punkten bin ich zu einer anderen Auffassung gelangt, wie jene. Wenn daher auch meine Untersuchungen in anatomischer Hinsicht nicht viel Neues bringen können, so haben mich dieselben doch eine Einrichtung erkennen lassen, durch deren Vorhandensein sich die Versorgung des Gehirnes mit Blut, soweit sie der Art. basilaris obliegt, bei jeder Stellung des Kopfes stets gleichmässig gestalten muss. Diese Einrichtung näher zu schildern, soll die Aufgabe der vorliegenden Mittheilung sein.

Um den Einfluss, welchen die in den Atlasgelenken vor sich gehenden Bewegungen des Kopfes auf die Blutströmung in den Aa. vertebrales ausübt, verständlich machen zu können, muss ich eine Beschreibung dieser Bewegungen selbst voranschicken. Ich werde daher zunächst die im Atlanto-axialgelenke ausführbare Rotation, sodann die im Atlanto-occipitalgelenke möglichen Bewegungen und endlich die gegenseitigen Einwirkungen der beiden auf einander zu behandeln haben. Der Natur der Sache gemäss wird sich meine Darstellung vielfach an die von Henke gegebene[2] anschliessen müssen.

Das Atlanto-axialgelenk. Der Zahnfortsatz des Epistropheus bildet bei diesem Drehgelenke den Vollcylinder, der vordere Atlasbogen sammt dem Lig. transversum den Hohlcylinder. Die Axe, um welche die Drehung stattfindet, verläuft vertikal durch die Mitte des Zahnfortsatzes. Bei der Mittelstellung liegen die oberen Gelenkflächen des Epistropheus unmittelbar unter den unteren Gelenkflächen der Massae laterales des Atlas. Eine jede dieser vier Gelenkflächen ist durch eine mittlere transversale Firste in eine vordere und hintere Facette abgetheilt. Dieselben sind von annähernd gleicher Grösse und haben

---

[1] L. Gerlach: Ueber die Herstellung anatomischer Präparate nach der van Vetter'schen Glycerinmethode. Sitzungsb. der phys.-med. Societät zu Erlangen. 11. Heft. 1879. pag. 205.

[2] W. Henke: Handb. der Anatomie u. Mechanik der Gelenke, pag. 92—101.

W. Henke: Die Bewegung zwischen Atlas und Epistropheus. Zeitschrift für rat. Med. von Henle u. Pfeufer. 3. Reihe. II. Bd. 1. Heft, pag. 114.

W. Henke: Die Bewegungen des Kopfes in den Gelenken der Halswirbelsäule. Zeitschr. f. rat. Med. 3. Reihe. VII. Bd. 1. Heft, pag. 49.

eine schräge Stellung in der Weise, dass beim Epistropheus die vorderen Facetten nach vorne, die hinteren nach rückwärts zu abschüssig sind, während umgekehrt beim Atlas die vorderen Facetten nach vorne, die hinteren nach rückwärts ansteigen. Es ähnelt daher jede der vier Gelenkflächen einem sehr flachen Dache; die mittlere Firste repräsentirt die Dachkante.

In der Mittelstellung nun berühren sich, wie Henle zuerst betont hat, die beiden entsprechenden Gelenkflächen jederseits nur mit ihren Firsten, und es bleibt eine nach vorn und hinten klaffende Spalte zwischen den oberen und unteren Facetten, in welche kurze Synovialfalten eindringen. Dreht sich jedoch der Atlas auf dem Epistropheus nach rechts oder links, so beginnen die Facetten immer mehr auf einander aufzuschliessen, und zwar gleitet immer eine hintere Facette des Atlas auf einer vorderen des Epistropheus und umgekehrt. Hat sich beispielsweise der Atlas nach rechts gedreht, so wird die hintere Facette der linken Atlasfläche auf der vorderen Facette der linken Gelenkfläche des Epistropheus aufruhen, während auf der rechten Seite die vordere Facette des Atlas auf der hinteren des Epistropheus aufliegt. Es gleitet somit bei der Drehung zur Seite des Atlas mit seinen Halbflächen auf den abschüssigen Facetten des Epistropheus und er muss desshalb bei jeder derartigen Bewegung, wenn er die Mittelstellung verlässt, etwas herabsteigen; bei der Rückkehr in die Mittelstellung, wo er am höchsten steht, wird er dagegen ein wenig in die Höhe gehoben. Der Atlas verschiebt sich daher, während er sich um eine vertikale Axe dreht, zugleich in vertikaler Richtung entweder nach oben, oder nach unten. Es liegt daher keine reine Drehung vor, sondern dieselbe ist, wie Henke nachgewiesen hat, mit einer schraubenförmigen Bewegung verbunden. Es gehören die auf einander schliessenden Facetten bei Drehung des Atlas nach rechts einer rechtsgewundenen, die andern einer linksgewundenen Schraube an.

Das Maximum der Drehung aus der Mittelstellung nach der einen oder der anderen Seite beträgt etwa 30°; dabei senkt sich der Atlas mit dem Kopfe ungefähr um 2—2,5 Mm.

Die Ausdehnung der Drehung nach der Seite wird hauptsächlich durch die Ligg. alaria beschränkt, indem bei der Drehung nach der einen Seite sich das Lig. alare der anderen Seite anspannt. Als Hemmungsbänder wirken das Lig. longitudinale anterius, laterale dentis inf., das Atlanto-axiale anticum und posticum.

Das Atlanto-occipitalgelenk. Die schräg gestellten, mit ihren vorderen Enden der Medianlinie genäherten längsovalen Condyli des Hinterhauptbeins sind mit Gelenkflächen versehen, welche sowohl von vorne nach hinten, als von links nach rechts gekrümmt sind. Die letztere Krümmung ist die schwächere. An den meisten Knochen kann man eine leicht abgerundete Kante unterscheiden, welche die Gelenkfläche eines jeden Condylus in eine vordere und eine hintere Hälfte abtheilt; die erstere ist meist etwas grösser und zeigt für gewöhnlich auch nicht ganz die gleiche sagittale Krümmung, wie die hintere Halbfläche. Die trennende Kante verläuft nicht ganz transversal; ihr laterales Ende liegt etwas weiter zurück, wie ihr mediales. Die beiderseitigen Kanten, welche bei den einzelnen Knochen eine sehr verschiedene Ausbildung zeigen, convergiren daher ebenfalls nach vorne zu, jedoch in viel höherem Grade, wie die Gelenkhöcker.

Die oberen Gelenkflächen des Atlas, welche die Gelenkhöcker des Hinterhaupts aufnehmen, stellen kleine Pfannen dar, deren Höhlung der Convexität der Condyli so ziemlich entspricht. Sie lassen häufig eine annähernd transversal gestellte flache Furche

erkennen, welche bisweilen des Knorpelüberzuges gänzlich entbehrt, so dass eine vollständige Trennung der Gelenkfläche in eine vordere und hintere Abtheilung vorliegt. Letzteres Verhältniss habe ich mehrfach als einseitiges angetroffen. In jene Furche kommt in der Mittelstellung die vorhin erwähnte Kante an der Gelenkfläche der Condyli occipitales zu liegen.

Was die in dem oberen Atlasgelenke ausführbaren Bewegungen betrifft, so soll die um eine transversale Axe vor sich gehende zuerst besprochen werden, weil sie die ausgiebigere und wichtigere ist. Sie besteht in einer Beugung des Kopfes nach vorne und nach rückwärts; letzteres pflegt man auch als Streckung zu bezeichnen; wir können die gesammte Bewegung kurz als Nickbewegung zusammenfassen.

Bei dem Nicken des Kopfes verschieben sich die Gelenkflächen des Occipitale auf denen des Atlas, ohne dass beide stets congruent auf einander schleifen würden. Eine allseitige Berührung der Gelenkflächen scheint nur in der Ruhelage, resp. Mittelstellung vorzukommen, bei welcher die Stirne gerade nach vorne gewendet ist, und nach meinem Dafürhalten auch da nicht einmal in allen Fällen.

Nach Henke[1] sollen bei der Beugung des Kopfes nach vorn die vorderen Halbflächen, bei der Streckung die hinteren klaffen, während die anderen schleifen. Ich kann dem nicht beipflichten, vielmehr finde ich, dass die vorderen Halbflächen stets, sowohl bei der Beugung, als bei der Streckung des Kopfes auf einander schliessen, während die hinteren hier wie da stellenweise klaffen, und zwar bei der Beugung mit ihren hinteren, bei der Streckung mit ihren vorderen Bezirken.

Der Umfang der Nickbewegung beträgt gegen 45°. Der Beugung wird durch Anspannen der Ligg. alaria ein Ende gesetzt, die Streckung wird durch Anstossen der hinteren Pfannenränder an das Occipitale in der Gegend der Fossae occipitales posteriores beschränkt.

Ausser der Nickbewegung wird gewöhnlich noch eine Seitenbewegung des Kopfes auf dem Atlas unterschieden. Dieselbe besteht nach der Ansicht Henke's[2] vorherrschend in einer Neigung zur Seite und ist ihre Axe von hinten nach vorne gerichtet. Jedoch solle diese Neigung zur Seite nicht ganz rein in frontalen Ebenen geschehen, sondern eine Drehung zur Seite hin einschliessen. So werde der Kopf bei der Neigung nach rechts im Atlas ein wenig nach links gedreht, wobei die Axe mit ihrem vorderen Ende etwas nach oben gerichtet sei. Werde die Neigung zur Seite von der Mittelstellung aus, bei der die Gelenke vollkommen schliessen, begonnen, so bleibe die Congruenz vollkommen erhalten; auch die Kante zwischen den vorderen und hinteren halben Gelenkflächen bewege sich genau gleitend in den entsprechenden Furchen der Pfannen und könne darum als Ganglinie der Seitenbewegung gelten.

Die vorstehenden Ausführungen Henke's sind mir nicht ganz verständlich geworden; so kann ich mir insbesondere jene Combination der Neigung mit einer Drehung zur Seite, welche Bewegung um eine nach vorne leicht aufsteigende und annähernd sagittale Axe stattfinden solle, nicht gut vorstellen.

Auch in den meisten Lehrbüchern der Anatomie wird eine um eine sagittale Axe vor sich gehende Seitwärtsbeugung des Kopfes auf dem Atlas angenommen, deren Aus-

[1] Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. VII. Bd. 1. Heft, pag. 52.

[2] Handb. der Anat. u. Mech. der Gelenke, pag. 98.

dehnung allerdings nur gering sein soll. Dies ist der Fall in den Handbüchern von Henle[1], Eckhard[2], Langer[3], Quain-Hofmann[4], W. Krause[5] und von Hartmann[6].

Quain-Hofmann rechnet die Gelenkverbindung zwischen Atlas und Hinterhauptsbein geradezu den Ellipsoidgelenken zu, in welchen um zwei Axen, im gegebenen Falle um eine frontale und sagittale, Bewegungen ausgeführt werden können. Jedoch hält Quain-Hofmann auch Combinationen zwischen beiden für möglich. Ich werde auf eine diesbezügliche Aeusserung des letztgenannten Autors später, wenn die Wechselwirkung der Bewegungen in beiden Atlasgelenken besprochen werden, noch zurückzukommen haben.

Meine eigenen Beobachtungen über die in der Articulatio atlanto-occipitalis ausführbaren Bewegungen haben mich zu Ergebnissen geführt, welche von den soeben mitgetheilten Anschauungen wesentlich abweichen. Eine Neigung zur Seite (Seitwärtsbeugung), sofern sie um eine rein sagittale Axe gemacht werden sollte, muss ich durchaus in Abrede stellen. Eine solche Bewegung gehört wegen der Figuration der Gelenkflächen zu den Unmöglichkeiten; sie ginge nur dann an, wenn die oben erwähnte Kante an der Gelenkfläche eine Condylus sammt der ihr entsprechenden Furche in der Pfanne des Atlas mit derjenigen der anderen Seite in eine Transversallinie fiele. Dies ist aber nicht der Fall; vielmehr convergiren die beiden Kanten, wie früher schon betont, sehr stark nach vorne. Wegen dieses schrägen Verlaufes der Kanten ist ein direktes Seitwärtsgleiten der beiderseitigen oberen Gelenkflächen auf den unteren unausführbar, da hiebei die Gelenkflächen sich mit Ausnahme von wenigen in Berührung bleibenden Stellen klaffend auseinander weichen müssten, was durch den in Folge starker Bandverbindungen vermittelten festen Zusammenhalt der Gelenke gehindert wird.

Wenn daher eine direkte Seitwärtsbeugung auszuschliessen ist, so fragt es sich, welche Bewegungen denn ausser der um eine frontale Axe noch statthaben können? Die Form der Gelenkflächen wird uns hier auf die richtige Spur bringen müssen. Jene mehrfach erwähnte Einkerbung der Pfannen des Atlas durch eine von hinten lateral nach vorne medial ziehende Furche, sowie die gleichgerichteten Kanten an den Condylen des Hinterhauptbeins, welche in der Ruhelage jene Furchen ausfüllen, lassen nur schräge Bewegungen zu. Dieselben können um zwei horizontale Axen ausgeführt werden; von ihnen verläuft die eine von rechts hinten nach links vorne, die andere in umgekehrter Richtung. Es stehen sonach diese Bewegungen in der Mitte zwischen der in sagittalen Ebenen vor sich gehenden Nickbewegung und einer supponirten, in Wirklichkeit aber nicht vorkommenden Bewegung in frontalen Ebenen, welche in einer Neigung des Kopfes direkt nach der Seite bestehen würde.

Verfolgt man das Verhalten der Gelenkflächen bei diesen schrägen Bewegungen, so lässt sich unschwer erkennen, zumal bei solchen Präparaten, bei denen die gesammten Bandverbindungen zwischen Atlas und Occiput mit Ausnahme des mittleren Theiles des Lig. atlanto-occipitale anticum entfernt, dagegen die Ligg. alaria erhalten geblieben sind, dass hiebei immer nur zwei Halbflächen der Condylen auf den unter ihnen liegenden Halb-

---

[1] Handb. der syst. Anat. 1856. I. Bd. 2. Abth., pag. 47.
[2] Lehrb. der Anatomie des Menschen. 1862, pag. 34.
[3] Lehrb. der Anatomie des Menschen. 1865, pag. 107.
[4] Lehrb. der Anatomie des Menschen. I. Bd. 1. Abth. 1877, pag. 254.
[5] Specielle und makroskop. Anatomie. 1879, pag. 78.
[6] Handb. der Anatomie des Menschen. 1881, pag. 138.

flächen des Atlas gleiten. So berühren sich bei der Bewegung um eine von rechts hinten nach links vorne gehende Axe nur die rechten vorderen und linken hinteren Halbflächen der beiden Knochen, die anderen Halbflächen klaffen; sie schliessen auf einander auf, wenn die Bewegung um die andere schräge Axe ausgeführt wird.

Die in Rede stehenden Bewegungen um schräge Axen haben nur einen sehr geringen Umfang, da sie abwechslungsweise durch die Ligg. alaria, sowie durch die zwischen Atlas und Hinterhauptbein ausgespannten Bänder beschränkt werden. Was die Frage anlangt, ob sie allein für sich ausführbar sind, so glaube ich dieselbe verneinen zu müssen, da die schrägen Bewegungen im Atlanto-occipitalgelenke die steten Begleiter der Drehungen des Kopfes im Atlanto-axialgelenke darstellen, was später noch genauer begründet werden soll. An gleicher Stelle werde ich dann auch auf die Art der Verschiebung des Hinterhauptbeins auf dem Atlas näher eingehen, welche der Effekt einer jeden schrägen Bewegung sind.

In den Handbüchern von Henle und Krause findet sich die Bemerkung, dass ausser der Bewegung um eine frontale und sagittale Axe auch eine minimale Drehung um eine vertikale Axe gemacht werden könne. Nach Henle soll eine solche nur bei vorwärtsgeneigtem Kopfe möglich sein. Ich gebe gerne zu, dass bei Bandpräparaten, bei denen der Apparatus ligamentosus, sowie die Membrana obturatoria portica entfernt ist, eine derartige Drehung, bei welcher der eine Condylus in seiner Pfanne verbleibend, sich ein wenig um eine durch seine Mitte gehende vertikale Axe dreht, während der andere Condylus nach vorn auf der vorderen Halbfläche des Atlas etwas ansteigt, ohne Mühe demonstrirt werden kann. Dagegen bezweifle ich, dass diese Bewegung im Leben vorkommt, da sie schon bei einem Bandpräparate mit erhaltenem Apparatus ligamentosus nur durch starke Kraftanwendung und auch da nur in kaum merklicher Weise ausgeführt werden kann.

Nachdem ich die in den beiden uns beschäftigenden Gelenken möglichen Bewegungen geschildert, kann ich nun die Wechselbeziehungen zwischen beiden erörtern. Dabei wird sich herausstellen, dass die beiden Gelenke, was die Ausdehnung der in ihnen vollführten Bewegungen betrifft, in hohem Grade von einander abhängig sind.

So richtet sich der Umfang der Nickbewegung nach der jeweiligen Stellung, welche Atlas und Epistropheus zu einander einnehmen. Befinden sich dieselben in der Ruhelage, bei der die Stirne gerade nach vorne sieht, so gestatten die hiebei entspannten Ligg. alaria die grösste Beugung des Kopfes. Die letztere wird immer weniger weit zu vollstrecken sein, je mehr der Atlas sich auf dem Epistropheus nach rechts oder links gedreht hat, da in diesen Fällen sich abwechselnd das linke oder das rechte Lig. alare anspannt und dadurch die Bewegung früher hemmt, als im entspannten Zustande. Umgekehrt ist, so lange der Kopf in der maximalen Beugestellung festgehalten wird, von wegen der hiebei stark gespannten Ligg. alaria jegliche Drehung des Atlas unmöglich.

Jede Drehbewegung im Atlanto-axialgelenk zieht ferner eine Lageveränderung des Kopfes auf dem Atlas nach sich. Dieselbe ist von mehreren Autoren beobachtet, und als Neigung zur Seite aufgefasst worden. So sagt Henke[1], dass sich mit jeder ungezwungen ausgeführten Drehung des Kopfes nach der einen Seite eine Neigung nach der entgegengesetzten Seite verbinde. Ganz sicher wird man bei der Beobachtung dieser Be-

[1] Handb. der Anat. u. Mech. der Gelenke, pag. 101.

wegung am Lebenden den Eindruck einer reinen Seitwärtsneigung haben; jedoch beruht dies entschieden auf einer Täuschung. Davon kann man sich am besten an Präparaten überzeugen, bei denen man nach Darstellung der Bänder das Hinterhauptbein bis auf eine das Foramen magnum occipitale umgebende ringförmige Zone von etwa 2 Ctm. Breite entfernt hat. Fixirt man an solchen Gelenkpräparaten den Atlas, während man den Epistropheus dreht, so lässt sich die damit einhergehende Verschiebung des Occipitalringes am deutlichsten wahrnehmen. Ich will versuchen diese Bewegung mit Hülfe der Figuren 1—4 zu erläutern, welche Abbildungen nach einem in der beschriebenen Weise hergestellten Präparate angefertigt sind. Fig. 1 gibt dasselbe in der Ruhelage von oben her gesehen wieder; bei den übrigen Figuren erscheint der Epistropheus ad maximum nach links gedreht, was einer Drehung des Atlas nach rechts gleichkommt, und zwar stellt Fig. 2 das Präparat von oben, Fig. 3 von hinten, Fig. 4 von vorne betrachtet dar.

Wenn wir zunächst Fig. 2 mit Fig. 1 vergleichen, so fällt vor Allem der Unterschied in der Anordnung der Ligg. alaria auf. Bei jeder Drehung des Zahnfortsatzes verschieben sich die beiden an demselben befindlichen medialen Insertionsstellen der Ligg. alaria. Dies geschieht in der Weise, dass auf der einen Seite sich die mediale Anheftungsstelle des Bandes der am Hinterhauptsbeine befindlichen lateralen nähert, während auf der anderen Seite beide auseinanderrücken. Dasjenige Lig. alare, dessen Insertionsstellen sich von einander entfernen, wird sich spannen müssen und durch Vermittelung dieses Bandes wird der sich drehende Zahnfortsatz den Condylus des Occipitale der betreffenden Seite medialwärts ziehen, womit natürlich eine Dislocation des gesammten Hinterhauptbeines nach der Seite des nicht gespannten Lig. alare verknüpft ist. Bei der Drehung des Epistropheus nach links, wie sie Fig. 2 wiedergibt, ist es das linke Lig. alare, welches sich gespannt und den ganzen Occipitalring nach rechts gezogen hat, was ein Vergleich der rechten Foramina transversaria bei Fig. 1 und 2 illustrirt. Bei Fig. 1 kann man das genannte Loch in seinem ganzen Umfange sehen, bei Fig. 2 ist es an seiner medialen Seite etwas von dem Rande des Occipitale überdeckt.

Wir hätten somit nachgewiesen, dass durch die Drehung des Epistropheus bei fixirtem Atlas nach links, oder, was dasselbe sagt, durch die Drehung des Atlas bei fixirtem Epistropheus nach rechts eine Verschiebung des Occipitale nach rechts stattfindet. Betrachten wir sodann die Fig. 3, welche die gleiche Stellung der Knochen wie Fig. 2, jedoch bei Besichtigung von rückwärts, darstellt, so lässt sich unschwer ein schräger Stand des Occipitalringes erkennen; der linke Condylus steht tiefer, als der rechte, der spaltförmige Raum zwischen dem hinteren Atlasbogen und dem Hinterhauptbeine ist links schmäler, wie rechts. Wir müssen daraus folgern, dass durch die Drehung im Atlanto-axialgelenke das Hinterhaupt auf der einen Seite etwas niedergedrückt, auf der anderen dagegen gehoben wird; und zwar findet Letzteres auf der Seite statt, nach welcher hin die eben betrachtete Lateralverschiebung vor sich geht. Die bisher besprochenen Lageverschiebungen des Occipitale auf dem Atlas müssen zu dem Schlusse drängen, dass die Drehung im Atlanto-occipitalgelenke von einer Seitwärtsbeugung des Kopfes begleitet werde, die um eine sagittale Axe ausgeführt werde. Diese Folgerung ist indessen, wie sich nachher herausstellen wird, einer Correctur bedürftig; sie wäre nur dann unanfechtbar, wenn die bisher genannten Effekte der zu erörternden Bewegung die alleinigen wären, was jedoch nicht zutrifft.

Betrachtet man nämlich, während man an dem Gelenkpräparate die Drehung aus-

führt, dasselbe von der Rückseite aus, so wird man gewahr, dass sich allmählich der spaltförmige Raum zwischen hinterem Atlasbogen und dem Occipitale etwas verschmälert. Dies ist ganz besonders deutlich, wenn man vor der Drehung den Occipitalring ad maximum nach vorwärts gebeugt hat. Daraus wird man ableiten müssen, dass gleichzeitig mit der Drehung im unteren Atlasgelenke eine gelinde Bewegung im Atlanto-occipitalgelenke um eine frontale Axe gemacht wird, oder was gleichbedeutend ist, dass das Hinterhaupt ein wenig gestreckt wird.

Betrachtet man schliesslich das Gelenkpräparat von vorne, während eine Drehung im unteren Atlasgelenke erfolgt, so wird ausser der Senkung des einen und dem Ansteigen des anderen Condylus occipitalis, sowie der Lateralverschiebung insbesondere das Verhalten des einen Condylus auffallen müssen (Fig. 4), dessen Gelenkfläche mit ihren vorderen und lateralen Partien aus der Pfanne des Atlas heraustritt, während die des anderen Condylus fast gänzlich in ihrer Pfanne verbleibt.

Die verschiedene Stellung der beiden Condylen kann leicht den Anschein erwecken, als ob sie in Folge einer Drehung des Hinterhaupts um eine vertikale Axe zu Stande gekommen sei. Diese Drehung müsste dann in entgegengesetzter Richtung stattgefunden haben, als die des Atlas auf dem Epistropheus. Man wird jedoch die Annahme einer derartigen Drehung nicht aufrecht erhalten können, wenn man sich der geringen Seitwärtsbeugung und Streckung des Hinterhaupts erinnert, die wir an unseren Gelenkpräparaten constatiren konnten; denn diese Bewegungen müssen ja ein geringes Heraustreten des einen Gelenkkopfes aus seiner Pfanne nach vorne und zur Seite nothwendiger Weise nach sich ziehen. Dass die Gelenkfläche des anderen Condylus nicht sichtbar ist, beruht einfach darauf, dass diese in Folge der Seitwärtsbeugung in die tiefsten Stellen der Pfanne hineingerückt ist; sie wird deshalb, auch wenn sie bei der Streckung ein wenig nach vorne und oben sich verschiebt, nicht von vorne her erblickt werden können.

In den vorstehenden Erörterungen habe ich die Bewegung, welche das Hinterhaupt auf dem Atlas bei einer Drehung im unteren Atlasgelenke macht, gewissermassen in ihre beiden Componenten zerlegt. Als solche müssen wir die Drehung um eine frontale und die um eine sagittale Axe betrachten, da wir bei der genaueren Verfolgung der Lageveränderung des Occipitale gleichzeitig den Eindruck einer Seitwärtsbeugung und einer Streckung erhielten. Diejenige Bewegung, welche nun jene beiden in sich einschliesst, welche zwischen ihnen in der Mitte steht, kann nur eine Drehung um eine schräg gestellte horizontale Axe sein. Es sind eben jene beiden Bewegungen, welche ich bei der Beschreibung des oberen Atlasgelenkes neben der Nickbewegung genannt habe und von denen die eine um eine von rechts hinten nach links vorne ziehende Axe, die andere um eine von links hinten nach rechts vorne verlaufende Axe ausgeführt wird. Um die erstere Axe geht die Bewegung vor sich, wenn der Atlas auf dem Epistropheus nach rechts gedreht wird (Fig. 2—4), um die letztere bei Drehung nach der entgegengesetzten Richtung. Legt man diese schrägen Bewegungen zu Grunde, so erklären sich sämmtliche oben beschriebenen Lageverschiebungen des Occipitale auf dem Atlas ungemein einfach und leicht. Dass bei ihrer Ausführung immer nur zwei Halbflächenpaare, und zwar die beiden hinteren auf der einen, die beiden vorderen auf der anderen Seite sich berühren, habe ich früher schon erwähnt; die beiden anderen Halbflächenpaare klaffen, was bei dem vorderen viel weniger deutlich ist, als bei dem hinteren.

Wenn wir die mitgetheilten Ergebnisse meiner Beobachtungen den von anderen

Forschern gemachten Befunden an die Seite stellen, so ergibt sich, dass schon Henke Angaben gemacht hat, welche mit den meinigen völlig übereinstimmen. In seiner einen Mittheilung über die Halsgelenke[1] findet sich nämlich die Bemerkung, dass, wenn man bei fixirtem Epistropheus den Atlas mit der Front nach rechts herumdrehe, so neige sich das Hinterhaupt von selbst nach links und ein wenig nach hinten über, woran das linke Lig. alare Schuld sei. Henke ist also bereits auf die Seitwärtsbeugung und leichte Streckung des Hinterhaupts aufmerksam geworden, welche bei der Bewegung im Atlanto-axialgelenke eintritt. Den Schluss jedoch, dass diese beiden Erscheinungen nur in Folge der Bewegung um eine schräge Axe sich einstellen können, hat Henke nicht gezogen.

Auch in den einzelnen Handbüchern der Anatomie werden die Bewegungen in den Atlasgelenken erörtert, ohne dass Bewegungen des Hinterhaupts um eine schräge Axe zugegeben werden. Eine einzige Andeutung dieser Art finde ich in dem Lehrbuche von Quain-Hofmann[2], welche ich wegen ihrer Uebereinstimmung mit meinen eigenen Befunden hier anführen möchte. Quain-Hofmann hebt an dem citirten Orte hervor, dass eine leichte Rotation des Atlas auf dem Epistropheus die Knochen in eine festere Stellung zu einander bringe, da sich hiebei auf der einen Seite die Seitenmasse des Atlas dicht auf die vordere Hälfte, auf der anderen Seite dicht auf die hintere Hälfte der Gelenkfläche des Zahnwirbels auflege. Ferner sei dabei zu beobachten, „dass zwischen dem Atlas und dem Hinterhauptsbeine ein gewisser Grad schräger Bewegung möglich ist, durch welche einerseits die vordere Hälfte, andererseits die hintere Hälfte des Condylus oss. occipitis auf den Seitenmassen des Atlas ruhen; diese Art der Stellung gewährt eine grosse Festigkeit. In dieser combinirten Stellung zwischen Hinterhaupt und Atlas einerseits und Atlas und Zahnwirbel andererseits befindet sich meistentheils der Kopf auf der Halswirbelsäule bei nachlässiger ruhender Haltung.“

Es erübrigt mir noch, meine früher ausgesprochene Ansicht zu begründen, wonach die Bewegungen in dem Atlanto-occipitalgelenke, welche um eine schräge Axe ausgeführt werden, nicht für sich allein stattfinden, sondern nur in Verbindung mit Drehungen im unteren Atlasgelenke.

Versucht man an einem Gelenkpräparate, an welchem sämmtliche zwischen Occipitale, dem Atlas und Epistropheus ausgespannte Bänder erhalten geblieben sind, die schrägen Bewegungen im oberen Atlasgelenke auszuführen, so findet man, dass dazu schon ein ziemlicher Kraftaufwand gehört. Eine noch grössere Leistung würden während des Lebens die Muskeln auszuüben haben, welche jene Bewegung zu Stande bringen, da ja auch noch die Schwere des ganzen Kopfes, den sie zu bewegen haben, hinzukommt. Diejenigen Muskeln nun, welche vermöge ihrer Verlaufsrichtung sich dazu eignen könnten, die besagte Bewegung für sich allein auszuführen, gehören der Gruppe der kleinen hinteren Kopfmuskeln an; es sind dies der M. rectus capitis porticus major, sowie der M. obliquus superior; die Mm. rectus capitis port. minor, sowie rectus capitis port. lateralis können, da sie eine fast gänzlich vertikale Faserrichtung haben, für die besagte Bewegung wohl kaum etwas leisten. Die erstgenannten beiden Muskeln sind aber viel zu schwach, um für sich allein einen solchen Kraftaufwand, den die schräge Bewegung des Kopfes auf dem Atlas erfordert, entfalten zu können. Es kommt ihnen demnach nur die Bedeutung von

[1] Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. VII. Bd. 1. Heft, pag. 59.

[2] l. c. pag. 255.

Coadjutoren zu. Man wird sich deshalb nach anderen stärkeren Muskeln umsehen müssen. Von denjenigen Muskeln, welche der besprochenen Muskelgruppe von hinten her aufliegen, dürfte höchstens der M. complexus minor, sowie der M. splenius capitis zu berücksichtigen sein. Der hauptsächlichste Muskel, welcher eine schräge Lageverschiebung des Kopfes verursachen kann, ist der M. sterno-cleido-mastoideus. Alle drei Muskeln sind jedoch in erster Linie als Dreher des Kopfes wirksam, und somit scheint mir erwiesen zu sein, dass auch in Folge der Anordnung der den Kopf in den beiden Atlasgelenken bewegenden Muskeln Drehung und schräge Bewegung stets gleichzeitig erfolgen müssen, selbst wenn man von der Inducirung der einen Bewegung durch die andere, die durch die Ligg. alaria vermittelt wird, gänzlich absehen wollte.

Bei Weitem die günstigste Verlaufsrichtung, um die beiden Bewegungen zur Ausführung zu bringen, hat der M. sterno-cleido-mastoideus, der am Schädel mit dem Haupttheile seiner Fasern sich rückwärts von einer die hinteren Enden der Condyli verbindenden Transversallinie ansetzt. Wird nun der rechte M. sterno-cleido-mastoideus allein contrahirt, so wird derselbe, ausser der Wendung des Kopfes nach links, auf letzteren auch einen nach abwärts vorwärts und links gerichteten Zug ausüben und damit die Bewegung des Occipitale um eine schräge von hinten links nach vorne rechts verlaufende Axe bewirken müssen. Der linke Muskel dagegen dreht das Gesicht nach rechts und bewegt den Kopf um eine schräge von hinten rechts nach vorne links verlaufende Axe.

Für Jeden, der sich mit den beiden Atlasgelenken eingehender beschäftigt hat, liegt es nahe, sich die Frage vorzulegen, ob die ihnen eigenthümlichen Gelenkformationen und Bandverbindungen, welche von denen anderer Gelenke in wesentlichen Punkten abweichen, dem Organismus ausser der Möglichkeit, die uns bekannten Bewegungen auszuführen, noch einen sonstigen Nutzen gewähren.

Auf einen Vortheil, den die schraubenförmige Anordnung des unteren Atlasgelenkes bietet, hat Henke bereits in seiner ersten Mittheilung hierüber hingewiesen. Derselbe besteht darin, dass Zerrungen am Rückenmarke durch das Auf- und Niedersteigen des Atlas bei der Wendung des Gesichtes zur Seite vermieden werden, welche sonst, wenn die Drehung des Atlas in horizontalen Ebenen stattfände, eintreten würden. Zwar hat neuerdings Henke selbst die Richtigkeit dieser Folgerung, welche seitdem in mehreren Handbüchern der Anatomie Erwähnung fand, wieder in Abrede gestellt[1], und zwar hat er dies damit motivirt, dass das Rückenmark gar nicht fest mit dem Atlas verbunden sei, und deshalb in der Höhe des Atlas bei jeder Drehung nur eine gelinde Torsion, aber keine Zerrung erleiden könne. Ich kann darin Henke nicht ganz beipflichten. Der Umstand, dass das Rückenmark am Atlas nicht fixirt ist, verhindert allerdings eine Dehnung desselben in der Längsaxe, wie sie im entgegengesetzten Falle bei jeder Drehung des Atlas in einer horizontalen Ebene eintreten müsste. Dagegen hat meiner Ansicht nach das bei jeder Wendung zur Seite stattfindende geringe Herabrücken des Rückenmarks im Wirbelkanale doch seine Zweckmässigkeiten. Das durch die Medulla oblongata mit dem Gehirne verbundene Rückenmark wird bei jeder Wendung des Kopfes zur Seite ebenfalls eine geringgradige Drehung in seinem Durasacke mitmachen müssen. Dass dieselbe sich bis zu seinem unteren Ende fortpflanzt, glaube ich nicht, jedoch dürfte sie sich keines-

---

[1] W. Henke: Zur Topographie der Bewegungen am Halse bei Drehung des Kopfes auf die Seite. Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Festschrift für J. Henle, 1882, pag. 113.

wegs, wie Henke meint, auf die Gegend, in der die Drehung erfolgt, beschränken, sondern sich unter allmählicher Abschwächung auch noch weiter nach unten fortsetzen. Jedenfalls würden bei einer solchen, wenn auch geringfügigen Drehung des Rückenmarks, im Falle sie in einer Horizontalebene erfolgte, die vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln, welche ja, abgesehen von den obersten Spinalnerven, einen schrägen Verlauf einhalten, sich anspannen und am Rückenmark, da wo sie aus demselben austreten, einen leichten Zug ausüben müssen. Dieselben sind ja in den betreffenden Foramina intervertebralia fixirt, von denen bei der Drehung ihre Ursprungsstellen am Rückenmarke ein wenig abrücken. Die dadurch verursachten Zerrungen an letzterem werden aber vermieden, sobald dasselbe sich bei der Drehung etwas herabsenkt. Dieses findet aber in Folge der schraubenförmigen Bewegung im unteren Atlasgelenke statt, welche somit eine Anspannung der Rückenmarkswurzeln unmöglich macht.

Einen weit augenscheinlicher zu Tage tretenden Vortheil, als den eben erörterten, gewährt die Eigenart der Bewegungen in den Atlasgelenken für die gleichmässige Blutcirculation im Gehirne bei jeder Stellung des Kopfes. Auf dieses Verhalten bin ich durch folgende Betrachtung gekommen. Die Drehung des Occipitale auf dem Atlas um eine schräge Axe, welche die Rotation des Kopfes im unteren Atlasgelenke begleitet, wird auf das im Sulcus vertebralis des Atlas gelegene Stück der Vertebralarterie auf beiden Seiten eine ganz verschiedene Einwirkung geltend machen müssen. Am besten ist dies an der Fig. 3 ersichtlich. Ist nämlich, wie es diese Abbildung darstellt, der Kopf nach rechts gedreht worden, so hat sich hiebei der linke Theil des Hinterhauptbeins tiefer als der rechte gestellt. Dadurch musste nothwendiger Weise das oberhalb des linken Sulcus vertebralis zwischen Atlas und Occipitale gelegene Bindegewebe, besonders das der Membrana obturatoria postica angehörige Gewebe, eine Pression erleiden, und da an der bezüglichen Stelle die linke A. vertebralis die Membrana obturatoria durchsetzt, so hat auch diese gedrückt werden müssen. Auf der rechten Seite dagegen musste an der gleichen Stelle, indem sich hier das Occipitale vom Atlas nach oben entfernt hat, der früher auf der Vertebralarterie von Seiten der Umgebung lastende Druck verringert werden. Ferner musste das im Sulcus vertebralis gelegene Stück der linken Arterie, da das Hinterhauptbein etwas nach rechts gerückt ist, eine Dehnung erfahren haben, während es auf der rechten Seite zusammengeschoben worden ist, d. h. sich verkürzt hat und darum desto erweiterungsfähiger ist.

Aus diesen beiden Momenten folgerte ich, dass bei der Drehung des Kopfes nach rechts die linke Vertebralarterie eine geringere, die rechte dagegen eine grössere Blutmenge aufnehmen könne als in der Mittelstellung. Wenn sich diese Deduktion als richtig erwies, so war dadurch festgestellt, dass das Spiel der Bewegungen in den Atlasgelenken die durch die A. basilaris vermittelte Blutversorgung des Gehirns in ihrer Gleichmässigkeit nicht beeinträchtigen kann; denn das Minus, welches auf der einen Seite bezüglich der Blutzufuhr durch die Vertebralarterie sich einstellt, wird auf der anderen Seite durch ein Plus wieder ausgeglichen.

Ich habe nun durch das Experiment zu entscheiden gesucht, ob sich in der That die Sache so verhält, wie ich glaubte annehmen zu dürfen.

Die Versuche wurden an mehreren Leichen vorgenommen; bei deren Auswahl wurde darauf geachtet, dass die beiden Vertebralarterien ein möglichst gleiches Kaliber hatten, was natürlich sich erst bei Herausnahme des Gehirns ergab.

Nachdem die auf einem Sectionstische liegende Leiche durch Pflöcke, welche in Kreuzbein und Schultergegend untergestellt wurden, in eine geeignete Lage gebracht war, wurden in die bei Herausnahme des Gehirns durchschnittenen oberen Enden der beiden Vertebralarterien Glascanülen eingeführt und diese durch Gummischläuche mit zwei Glasröhren von 3/4 Meter Länge und circa 1/2 Ctm. Durchmesser verbunden, welche an einem Stative neben einander in vertikaler Stellung befestigt waren. Sodann wurde die A. vertebralis an ihrer Eintrittsstelle in das Foramen transversarium des 6. Halswirbels auf beiden Seiten aufgesucht und durchschnitten, worauf in die oberen Schnittenden ebenfalls Glascanülen eingebunden wurden, deren eines Ende mit kurzen Gummischläuchen versehen war. Zur Veranschaulichung der ganzen Versuchsanordnung dient die schematisch gehaltene Fig. 5.

Nach diesen Vorbereitungen wurde in beide Glasröhren blaugefärbte Flüssigkeit eingegossen; sobald dieselbe zu den unteren Canülen herauslief, wurden deren Schläuche durch Klemmschrauben abgeschlossen. Die beiden Glasröhren werden hierauf bis zu zwei Drittheilen ihrer Länge mit der Flüssigkeit gefüllt, welche schliesslich in beiden das gleiche Niveau zeigen muss. Auf diese Weise wurde die Flüssigkeit, welche sich in beiden Wirbelarterien zwischen den oberen und unteren Canülen befand, dem Drucke einer Wassersäule von 60—70 Ctm. ausgesetzt, welche jede im Innern des Arterienrohres eintretende Druckschwankung durch ein Steigen oder Fallen manifestiren muss.

Nach meiner Voraussetzung musste nun bei Drehung des Kopfes die Flüssigkeit in der einen Glasröhre ansteigen, in der anderen sich senken. Um die Grösse dieser Ausschläge in Millimetern ablesen zu können, hatte ich an den Glasröhren in geeigneter Höhe Millimeterskalen angebracht.

Als ich bei dem ersten Versuche den Kopf langsam nach rechts drehte, stieg gegen meine Erwartungen die Flüssigkeit in beiden Glasröhren um 5, resp. 7 Mm.; in der mit der rechten Vertebralarterie verbundenen Glasröhre war der Stand um 2 Mm. höher als in der anderen Röhre; das Gleiche trat bei Drehen des Kopfes nach links ein; nur hatte hier die Flüssigkeit in der mit der linken A. vertebralis verbundenen Röhre einen etwas höheren Stand.

Andere Resultate erhielt ich, als ich zufällig mit der einen Hand die Halsgegend der Leiche fest umfasste, während ich mit der anderen die Drehung des Kopfes vornahm. Hiebei stimmten die erhaltenen Ausschläge zu meinen Voraussetzungen. Daraus war zu schliessen, dass ich vordem bei der Drehung des Kopfes auch Bewegungen in den Gelenken der Halswirbelsäule ausgeführt hatte, wodurch offenbar eine Dehnung in den unteren Theilen der Vertebralarterie veranlasst wurde, welche das Ansteigen in den beiden Glasröhren zur Folge hatte.

Es musste also bei jeder Drehung die Halswirbelsäule durch festes Umgreifen der Halsgegend mit der einen Hand fixirt gehalten werden, wenn die Ausschläge nur durch die Bewegungen in den Atlasgelenken bewirkt werden sollten. Dies ist die eine Vorsichtsmassregel, welche ich, falls meine Versuche wiederholt werden sollten, anempfehlen muss; ferner fand ich, dass man stärkere Ausschläge bekommt, wenn die Halswirbelsäule nicht zu stark nach hinten übergebeugt ist, was vermieden wird, wenn man den Kopf auf einem Pflock von zweckmässiger Höhe aufruhen lässt; dadurch wird die Drehung desselben keineswegs behindert. Schliesslich bemerke ich, dass Blutcoagula, die sich irgendwo in den Vertebralarterien festsetzen, oft die Ausschläge in der einen oder anderen Glas-

röhre verringern oder ganz aufheben können. Damit dieselben wieder erzielt werden, muss man dann nach Entfernung der Klemmschraube die betreffende Arterie durch Eingiessen von oben mit Wasser durchspülen und so jenes Hinderniss eliminiren. Noch besser ist es, wenn man die Ausspülungen gleich vor Beginn des Versuches vornimmt.

Was die Stärke der Ausschläge betrifft, so betrug bei einem an einer männlichen Leiche angestellten Versuche das Steigen der Flüssigkeit in der mit der linken Arterie verbundenen Glasröhre bei Drehung des Kopfes nach rechts 9—10 Mm., während in der anderen Glasröhre ein Sinken um den gleichen Werth stattfand. Das Umgekehrte trat bei Drehung des Kopfes nach links ein. Bei zwei weiteren Versuchen, zu denen ebenfalls männliche Leichen verwendet wurden, waren die Ausschläge etwas geringer; in dem einen Falle beobachtete ich bei maximaler Drehung zur Seite ein Steigen in der einen, ein Fallen in der anderen Glasröhre um 7—8 Mm., in dem anderen belief sich dasselbe nur auf 5—6 Mm.

Es war somit festgestellt, dass bei Drehung des Kopfes nach rechts im Sulcus vertebralis die linke A. vertebralis comprimirt wurde, während die rechte offenbar unter geringere Druckverhältnisse, als früher bestanden, versetzt wurde und somit mehr Flüssigkeit aufnehmen konnte, was sich bei unseren Versuchen durch ein Fallen in der betreffenden Glasröhre dokumentirte.

Das gleichwerthige Fallen und Steigen der Flüssigkeit in beiden Glasröhren gibt aber kund, dass in der Basilararterie, zu welcher die beiden Aa. vertebrales sich vereinigen, jene Druckschwankungen in letzteren, die bei der Drehung eintreten, sich gegenseitig ausgleichen müssen. Dies habe ich bei einem Versuche bestätigt gefunden, bei welchem — es handelte sich ebenfalls um eine männliche Leiche — bei Herausnahme des Gehirns die Basilararterie in ihrer Verbindung mit den beiden Vertebralarterien erhalten und an ihrem oberen Ende durchschnitten wurde. Ich führte sodann eine Canüle in die Basilaris ein und schob diese bis zum hinteren Ende der Arterie vor, worauf die Canüle durch einen Gummischlauch mit der einen Glasröhre verbunden wurde; von dieser aus wurde dann die Durchspülung der beiden Aa. vertebrales vorgenommen. Die übrige Anordnung des Versuches war die gleiche wie bei den früheren. Es zeigte sich nun, dass der Stand der Flüssigkeit in der Glasröhre bei der Drehung des Kopfes so gut wie keine Veränderung erlitt. Daraus geht hervor, dass die Atlasgelenke einen regulatorischen Apparat darstellen, welcher eine gleichmässige Blutversorgung des Gehirns durch die A. basilaris bei jeder Stellung des Kopfes vermittelt.

Die verschiedene Einwirkung, welche eine jede Drehung des Kopfes auf die Wirbelarterie im Sulcus vertebralis beiderseits ausübt, legt ferner die Vermuthung nahe, dass die so häufig beobachteten Asymmetrien in der Stärke der beiden Arterien dadurch acquirirt wurden, dass die betreffenden Individuen während des Lebens den Kopf meistens nach der Seite gewendet hielten. Wie oft sieht man nicht Personen, welche mit Vorliebe ihren Kopf in einer schrägen Lage halten, bei denen diese Stellung geradezu ein charakteristisches Merkmal geworden ist? Die Vertebralarterie der Seite, nach welcher das Gesicht dieser Personen für gewöhnlich gewendet ist, wird unseren Erfahrungen nach mehr Blut dem Gehirne zuführen können, als die der anderen Seite, und nach den Principien der functionellen Anpassung sich stärker ausbilden, während jene eine entsprechende Rückbildung erleidet.

Es ist nun die Frage, wie bei ungleich starken Wirbelarterien das Spiel der Be-

wegungen in den Atlasgelenken die Blutströmung in ersteren beeinflusst. Sind die Asymmetrien nicht sehr bedeutend, so wird wohl das oben für gleich starke Wirbelarterien nachgewiesene Verhältniss nicht merklich beeinträchtigt werden. Bei starken Asymmetrien jedoch wird, wenn der Kopf nach der Seite der schwach ausgebildeten A. vertebralis gedreht wird, die mächtige Wirbelarterie der anderen Seite stark comprimirt werden müssen. Dadurch wird eine ansehnliche Blutquantität abgedämmt werden, was nicht auf der anderen Seite wieder ausgeglichen werden kann, da hier die nur schwach und darum auch weniger expansionsfähige A. vertebralis eine nur mässig vermehrte Blutmenge aufzunehmen im Stande ist. Es wird also unter diesen Umständen der Basilararterie viel weniger Blut zufliessen können, als bei Drehung des Kopfes nach der Seite der stark ausgebildeten Vertebralarterie.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel X.

Fig. 1. Gelenkpräparat vom Epistropheus, Atlas und Hinterhauptbein (nach der im Texte beschriebenen Weise angefertigt) bei Betrachtung von oben.

O = Occipitale.
A = Atlas.
E = Epistropheus (die Weisungslinie zeigt auf den Dornfortsatz derselben).
La_1, La_2 = Linkes und rechtes Lig. alare.
Lt = Lig. transversum Atlantis.
Z = Zahnfortsatz des Epistropheus.
Ft_1, Ft_2 = Foramina transversaria des Atlasquerfortsatzes.

Fig. 2. Dasselbe Präparat nach maximaler Drehung des Epistropheus nach links bei Betrachtung von oben. Buchstabenbezeichnung wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Dasselbe Präparat in gleicher Stellung wie bei Fig. 2 bei Betrachtung von der Rückseite.

Av_1, Av_2 = linke und rechte A. vertebralis.
Ab = A. basilaris.
Im Uebrigen die gleichen Buchstaben wie bei Fig. 1 u. 2.

Fig. 4. Dasselbe Präparat in gleicher Stellung wie bei Fig. 2 u. 3 bei Betrachtung von vorne.

L = Lig. atlanto-occipitale anticum mit dem Lig. longitudinale anticum verschmolzen.
G = Gelenkfläche des rechten Condylus occipitalis.
Im Uebrigen die gleichen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 5. Schematische Darstellung der im Texte beschriebenen Versuchsanordnung.

v_1, v_2 = A. vertebralis dextra u. sinistra.

Technische Notiz.

Von **L. Gerlach.**

In den Sitzungsberichten der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen vom Jahre 1881 (Sitzung am 1. August) habe ich über ein neues Verfahren Mittheilung gemacht, welches darin besteht, kleinere anatomische Objekte, insbesondere Embryonen oder Theile derselben, in Glycerinleim so einzubetten, dass sie als Demonstrationspräparate Verwendung finden können.

An dem genannten Orte wurde auch ausführlicher die Art und Weise geschildert, wie die Präparate zwischen planen Glasplatten und entsprechend grossen Uhrschälchen in Glycerinleim in beliebiger Stellung fixirt und eingeschlossen werden, worauf durch wiederholtes Bestreichen der Ränder des Uhrschälchens mit Bernsteinlack das Präparat gegen Luftzutritt möglichst geschützt werden muss.

Während der letzten zwei Jahre habe ich mich bemüht, meine Methode mehr und mehr zu vervollkommnen; insbesondere ging mein Streben dahin, die Uebelstände, welche mit derselben verbunden sind, nach Kräften zu beseitigen. Die hiebei gewonnenen Erfahrungen erlaube ich mir in Folgendem zur Kenntniss zu bringen in der Hoffnung, meinem Einschlussverfahren, das, wie ich vernommen habe, bereits in mehreren Instituten Anklang gefunden hat, weitere Freunde zu gewinnen.

Der früher von mir benutzte Glycerinleim bestand aus 40 Gramm Gelatine, 120 Cub.-Ctm. Glycerin und 200 Cub.-Ctm. Wasser. Hiezu wurde noch als Antisepticum 1 Gramm Salicylsäure, in etwas Alkohol gelöst, zugesetzt. Die Zubereitung dieser Mischung lässt sich dadurch noch vereinfachen, dass man statt des Wassers die gleiche Quantität einer gesättigten Lösung von arseniger Säure nimmt, was das Beifügen eines Antisepticums unnöthig macht. Es wird sonach die von mir gegenwärtig und zwar mit sehr gutem Erfolge gebrauchte Einschlussmasse in folgender Weise hergestellt. Man löst in 200 Cub.-Ctm. gesättigter Lösung von arseniger Säure 40 Gramm Gelatine auf und bringt noch 120 Cub.-Ctm. Glycerin hinzu. Die so erhaltene Flüssigkeit wird hierauf mit Eiweiss geklärt. Diese Mischung, welche bis auf einen leichten Stich ins Gelbliche Nichts zu wünschen übrig lässt, glaube ich sehr empfehlen zu können. Sie erhält sich in gut verkorkten Gläsern Jahre lang, ohne ihre Klarheit im Geringsten einzubüssen, oder sich sonstig zu verändern.

Was die Behandlung der Objekte vor dem Einschluss in Glycerinleim anlangt, so eignen sich am besten solche, welche vorher einer sorgfältigen Härtung in Alkohol unterworfen worden waren. Die aus dem Alkohol entfernten Präparate legt man auf 1—2 Stunden — grössere Gegenstände noch etwas länger — in verdünntes Glycerin (1 Theil Glycerin und 2 Theile Wasser), dem man noch ein wenig Thymol in Substanz beifügen kann. Um den Alkohol aus dem Objekte völlig zu verdrängen, ist anzurathen, das verdünnte Glycerin nach Verlauf einer Stunde zu wechseln.

Bezüglich der Fixation und Einbettung der Präparate in Glycerinleim verweise ich auf meine früheren Angaben. Hier möchte ich hauptsächlich eines Umstandes gedenken, der zuweilen sehr störend werden kann; ich meine das Eindringen von Luftblasen in den mit dem betreffenden Objekte zwischen Uhrschälchen und Glasplatte eingeschlossenen Glycerinleim. Eine solche sich langsam vergrössernde Luftblase kann, wenn sie, was allerdings nur selten vorkommt, gerade das Präparat überdeckt, oder unterhalb desselben gelegen ist, der Betrachtung desselben durch die Lupe sehr im Wege stehen. Es ist ungemein schwer, jegliche Verdunstung der Einschlussmasse und damit das Entstehen von Luftblasen hintanzuhalten. Letzteres scheint kaum vermieden werden zu können, wenn man mit Glycerinleim arbeitet, der Alkohol enthält, was bei der von Miali angegebenen Mischung der Fall ist[1]. So haben sich bei sämmtlichen Präparaten, bei deren Herstellung Miali'scher Glycerinleim verwendet wurde, vereinzelte Luftblasen eingefunden, welche allerdings meistens in der Nähe des Randes des Uhrschälchens auftraten und somit die Brauchbarkeit des Präparates nicht beeinträchtigen. Hingegen ist das Eindringen von Luftblasen bei solchen Präparaten, bei deren Anfertigung meine frühere, nur sehr wenig Alkohol enthaltende Einschlussmasse benutzt wurde, welche aber sonst in gleicher Weise wie die eben genannten behandelt wurden, nur ein sehr minimales. Dies war für mich bestimmend, bei der Zubereitung des Glycerinleims in der oben angegebenen Zusammensetzung von dem Zusatz von Alkohol gänzlich abzusehen.

Um nun den erwähnten Uebelstand völlig eliminiren zu können, d. h. um einen durchaus luftdichten Verschluss zu erzielen, hatte ich vor Allem zwei Momente zu berücksichtigen. Erstens galt es, das Uhrschälchen der Glasplatte genau zu adaptiren, und zweitens musste eine Verkittung gefunden werden, welche der eben gestellten Anforderung Genüge leistet. Zu diesem Behufe habe ich mir plane Glasplatten anfertigen lassen, deren Dimensionen nach der Grösse der zu verwendenden Uhrschälchen bemessen wurde, und auf deren einer Fläche eine ringförmige Zone mittelst eines rotirenden Cylinders von entsprechendem Umfang plan geschliffen wurde. Die Breite dieses Ringes betrug etwa 1 Ctm., seine Ausdehnung richtete sich ebenfalls nach der Grösse des Uhrschälchens. Damit nun auf der ringförmigen Zone, welche nur ganz unmerklich tiefer sein darf, als die umgebende glatte Fläche der Glasplatte, das Uhrschälchen mit seinen Rändern allseitig aufschloss, wurden auch letztere auf einer ebenen Platte plan geschliffen.

Die Glasplatten, sowie die dazugehörigen Uhrschälchen bezog ich von Herrn Glasbläser Hildebrand in Erlangen, der dieselben in jeder beliebigen Grösse zu liefern bereit ist. Für meine Zwecke reichten Glasplatten und Uhrschälchen von drei verschiedenen Grössen aus. Bei der kleinsten Sorte von Uhrschälchen betrug der Durchmesser 3 Ctm., bei der grössten nahezu 6 Ctm.

Das luftdichte Verkitten der Ränder der Uhrschälchen erfordert ganz besondere Aufmerksamkeit. Entgegen meiner früheren Angabe, dass man nach vollzogener Einbettung der Objekte, wenn man den überschüssigen, auf der Glasplatte neben dem Uhrschälchen befindlichen Glycerinleim entfernt und dieselbe gereinigt hat, das Präparat einige Tage in kühler Temperatur liegen lassen soll, ehe man das Uhrschälchen mit Bernsteinlack umrahmt, halte ich es jetzt für gerathener, sofort nach dem Einbetten und dem Reinigen der Glasplatte die Ränder des Uhrschälchens mit flüssigem Wachs zu umfahren.

[1] Cfr. meine frühere Mittheilung.

Ist das Letztere abgekühlt und fest geworden, so muss auf dasselbe ein zweiter Rahmen von Bernsteinlack gelegt werden, wodurch vorläufig die Luft genügend abgehalten wird. In diesem Zustande kann man das Präparat 1—2 Wochen liegen lassen, worauf der Bernsteinlack wenigstens in seiner oberflächlichen Schichte fest geworden ist. Derselbe wird sodann nochmals mit einer Kittmasse überdeckt, welche in ziemlich dicker Lage aufzutragen ist. Diese Kittmasse besteht aus Guttapercha und Talg; ihre Zubereitung und Anwendung ist von Selenka angegeben worden[1]. Sie wird beim Abkühlen sehr rasch fest und hat dann eine dem Paraffin ähnliche Consistenz. Man kann deshalb die Erhabenheiten, welche der die Ränder des Uhrschälchens überdeckende Ring der Kittmasse besitzt, mit dem Messer leicht abtragen, sowie auch sonstige Unregelmässigkeiten desselben entfernen, um ihm so eine annähernd rundliche Form zu geben. Diese letztere Manipulation, sowie ein schliessliches Ueberfirnissen des Verkittungsringes dienen dazu, dem ganzen Präparate ein gefälliges Aussehen zu verleihen.

Die grossen Vorzüge, durch welche die Glycerinleimpräparate gegenüber den üblichen Spirituspräparaten sich auszeichnen, habe ich schon in meiner früheren Mittheilung hervorgehoben. Ich will sie deshalb hier nur in aller Kürze recapituliren.

Fürs Erste qualificiren sich die in der angegebenen Weise gefertigten Glycerinleimpräparate viel besser zur Demonstration und sind besonders für entwicklungsgeschichtliche Vorlesungen sehr empfehlenswerth, da sie der Betrachtung mittelst schwacher Vergrösserungen viel zugänglicher sind, als Alkoholpräparate, und man sie, mit Lupen versehen, im Auditorium cursiren lassen kann. Dazu kommt ferner die durch den erstarrenden Glycerinleim bedingte Immobilisation der Objekte, wodurch eine Reihe von Insulten, denen beim Herumreichen die in einer Flüssigkeit aufbewahrten Objekte ausgesetzt sind, vermieden werden.

Einen nicht zu unterschätzenden Vortheil bietet endlich der solide und sichere Einschluss in Glycerinleim auch hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der Präparate, indem derselbe einen Schutz gewährt gegen jene Schädlichkeiten, welche den Spirituspräparaten aus der Verdunstung des Alkohols erwachsen. Wie viele werthvolle Präparate sind schon in Folge eines mangelhaften Verschlusses der Spiritusgläser durch Eintrocknen zu Grunde gegangen, und wie oft ist man in anatomischen oder zoologischen Sammlungen genöthigt, die Gläser, welche Spirituspräparate enthalten, wieder aufzufüllen, weil ein grösserer oder kleinerer Theil ihres Inhaltes verdunstet ist. Ganz abgesehen von dem kostspieligen Alkoholverbrauch ist für Jeden, der auf eine grössere Zahl von Spirituspräparaten Acht zu geben hat, das öftere Nachsehen nach dem Stande des Alkohols in den einzelnen Gläsern, sowie das Nachgiessen von Spiritus höchst lästig und zeitraubend. Bei den Glycerinleimpräparaten hingegen kommen alle derartigen Unbequemlichkeiten völlig in Wegfall, da dieselben, wenn sie einmal fertiggestellt sind, keiner weiteren Ueberwachung mehr bedürfen.

---

[1] Selenka: Zur Aufstellung von Spirituspräparaten. Zool. Anzeiger. V. Jahrgang, 1882, pag. 169. Ich lasse hier die betreffende Stelle wörtlich folgen: „Ueber einem kochenden Wasserbade wird ein Quantum Guttapercha zum Schmelzen gebracht, hierauf wenigstens die gleiche Gewichtsmenge Talg hinzugefügt, und die Masse gut verrührt; ein etwas grösserer Zusatz von Talg ($^4/_7$ Talg auf $^3/_7$ Guttapercha) schadet nicht und erleichtert sogar das Verschliessen. Zum Gebrauch wird die Masse besser wieder über Wasserdämpfen und nicht über der offenen Flamme erhitzt, damit sie nicht anbrenne oder sich zu stark bräune."